

Белорусский государственный университет



« 10 » \_\_\_\_\_ июня \_\_\_\_\_ 2016 г.

Регистрационный № УД - 2112 /уч.

### **Ксенобиология**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальностей:**

- 1-31 01 01 Биология (по направлениям);
- 1-31 01 02 Биохимия;
- 1-31 01 03 Микробиология;
- 1-33 01 01 Биоэкология

2016 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 01 01-2013, ОСВО 1-31 01 02-2013, ОСВО 1-31 01 03-2013, ОСВО 1-33 01 01-2013, типовой учебной программы КСЕНОБИОЛОГИЯ. №ТД-Г.422/тип. 2012 г. и учебных планов УВО № G31-129/уч. 2013 г., № G31-130/уч. 2013 г., № G31-131/уч. 2013 г., № G31-132/уч. 2013 г., № G31-133/уч. 2013 г., № Н33-010/уч. 2013 г., № G31з-156/уч. 2013 г., № G31з-157/уч. 2013 г., № G31з-158/уч. 2013 г., № G31з-159/уч. 2013 г., № Н33з-012/уч. 2013 г.

### **СОСТАВИТЕЛЬ:**

Владимир Михайлович Юрин, профессор кафедры клеточной биологии и биотехнологии растений биологического факультета Белорусского государственного университета, доктор биологических наук, профессор;

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой клеточной биологии и биотехнологии растений Белорусского государственного университета (протокол № 24 от 19 мая 2016 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 6 от 31 мая 2016 г.)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Ксенобиология» относится к компоненту УВО цикла специальных дисциплин учебных планов для специальностей 1-31 01 02 Биохимия, 1-31 01 03 Микробиология и государственному компоненту цикла специальных дисциплин учебных планов для специальностей 1-31 01 01 Биология (по направлениям) и 1-33 01 01 Биоэкология.

Ксенобиология – бурно развивающаяся область биологии, которая является междисциплинарной наукой. Она играет существенную роль в формировании мировоззрения современного биолога. Преподавание ксенобиологии опирается не только на изучении биологических курсов, но и на использовании достижений таких наук как химия, физика и др. В процессе изучения учебной дисциплины студенты получают представления о механизмах поступления, биотрансформации, распределения, биоконцентрации ксенобиотиков и характере вызываемых чужеродными организму соединениями биологических реакций на разных уровнях организации живых систем. Значительное внимание уделяется также и изучению скрининга ксенобиотиков на их биологические активности. При чтении курса освещается и ряд вопросов прикладного характера, касающихся разработки основ различного рода мониторинга. Для более глубокого усвоения материала предусматривается сбалансированное сочетание теоретического курса и лабораторных занятий по отдельным разделам.

**Цель учебной дисциплины** – сформировать у студентов целостную систему знаний о действии ксенобиотиков на физиолого-биохимические процессы на разных уровнях организации живых систем и экосистему в целом.

**В задачи учебной дисциплины** входит изучение структурных и функциональных свойств основных классов чужеродных веществ, механизмов регуляции их поступления, биотрансформации, выведения, распространения, превращения, вызываемых ими биологической реакции, а также систем биологического тестирования и их использования в экологическом мониторинге.

Преподавание учебной дисциплины «Ксенобиология» базируется на знаниях, полученных студентами при изучении курсов «Экология и рациональное природоведение», «Биофизика», «Биохимия», «Физиология растений».

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- основные понятия, термины и механизмы биологического действия ксенобиотиков;
- методы оценки биологической активности и безопасности ксенобиотиков;
- новейшие достижения в области ксенобиологии и перспективы их использования при целенаправленном синтезе химических соединений;
- перспективы развития прикладных аспектов ксенобиологии в современных условиях, в частности развития nanoиндустрии;

**уметь:**

- использовать основные закономерности действия ксенобиотиков в экологической деятельности;
- применять методы теоретических и экспериментальных исследований в биологии;
- осуществлять поиск и систематизировать научную информацию по отдельным разделам ксенобиологии.

**владеть:**

- основными приемами проведения скрининга ксенобиотиков;
- методами оценки биологической активности и безопасности ксенобиотиков;
- подходами установления связей «структура – активность» ксенобиотиков.

Изучение учебной дисциплины «Ксенобиология» должно обеспечить формирование у специалиста следующих компетенций:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

ПК-1. Квалифицированно проводить научные исследования в области биохимии и молекулярной биологии, проводить анализ результатов экспериментальных исследований, формулировать из полученных результатов корректные выводы.

ПК-2. Осваивать новые модели, теории, методы исследования, участвовать в разработке новых методических подходов.

ПК-3. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научной литературе, составлять аналитические обзоры.

ПК-4. Готовить научные статьи, сообщения, рефераты, доклады и материалы к презентациям.

ПК-5. Составлять и вести документацию по научным проектам исследований.

ПК-6. Квалифицированно проводить научно-производственные исследования, выбирать грамотные и экспериментально обоснованные методические подходы, давать рекомендации по практическому применению полученных результатов.

ПК-7. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научно-технических и других информационных источниках.

ПК-8. Организовывать работу по подготовке научных статей и заявок на изобретения и лично участвовать в ней.

ПК-9. Организовывать работу по обоснованию целесообразности научных проектов и исследований.

ПК-10. Составлять и вести документацию по научно-производственной деятельности.

ПК-14. В составе группы специалистов разрабатывать технологическую документацию, принимать участие в создании стандартов и нормативов.

ПК-16. Осуществлять контроль за соблюдением нормативных актов по охране окружающей среды на предприятиях и в процессе осуществления производственной деятельности.

В соответствии с учебными планами УВО очной формы получения образования программа рассчитана на 148 часов, из них аудиторных 54 часа. Распределение по видам занятий: лекции – 22 часа, лабораторные занятия – 24 часа, аудиторный контроль управляемой самостоятельной работы – 8 часов. Преподавание учебной дисциплины для студентов специальностей 1-31 01 01-01 Биология (научно-производственная деятельность), 1-31 01 01-02 Биология (научно-педагогическая деятельность) и 1-33 01 01 Биоэкология осуществляется в 7 семестре; для студентов специальностей 1-31 01 01-03 Биология (биотехнология), 1-31 01 02 Биохимия и 1-31 01 03 Микробиология – в 9 семестре.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

В соответствии с учебными планами заочной формы получения образования программа рассчитана на 148 часов, из них аудиторных 16 часов. Распределение по видам занятий: лекции – 12 часов, лабораторные занятия – 4 часа. Преподавание учебной дисциплины для студентов специальностей 1-31 01 01-01 Биология (научно-производственная деятельность), 1-31 01 01-02 Биология (научно-педагогическая деятельность) и 1-33 01 01 Биоэкология осуществляется в 7-8 семестрах; для студентов специальностей 1-31 01 02 Биохимия и 1-31 01 03 Микробиология – в 10-11 семестрах.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

## **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### **1. ВВЕДЕНИЕ В ПРЕДМЕТ. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Предмет, основные проблемы и задачи современной ксенобиологии. Основные проблемы и задачи современной ксенобиологии. Связь ксенобиологии с другими науками. Объекты ксенобиологии. Виды ксенобиотиков. Масштабы и причины химического загрязнения биосферы. Основные типы глобального химического загрязнения, их токсикологическая и экологическая характеристики. Наноматериалы.

### **2. БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЧУЖЕРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

Формирование представлений о биологической активности веществ, разнообразии видов и классификация ксенобиотиков по видам биологической активности. Понятие о токсическом действии ксенобиотиков; приемы классификации. Ионизация, ее природа, константа и степень ионизации, связь с биологи-

ческой активностью веществ. Роль биологически активных веществ в будущем и прогнозы их использования.

### **3. ТЕСТИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ КСЕНОБИОТИКОВ**

Общие представления о скрининге и мониторинге. Структурная организация системы испытания биологической активности ксенобиотиков. Выбор тест-объектов и тест-реакций. Принцип биологического эпиморфизма. Специфические и неспецифические модели. Оценка первичной биологической безопасности ксенобиотиков.

### **4. КСЕНОДИНАМИКА. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КСЕНОБИОТИКОВ С БИОЛОГИЧЕСКИМИ МЕМБРАНАМИ**

Типы химических связей. Мембранотропные эффекты. Виды мембранотропного действия и типы мембранотропности ксенобиотиков. Адсорбция. Модификация мембран амфифильными веществами. Образование мицелл. Изменения физико-химических свойств цитоплазмы, транспортно-барьерных функций плазматических мембран под действием ксенобиотиков

### **5. КИНЕТИКА ПРОЦЕССОВ СВЯЗЫВАНИЯ МОЛЕКУЛ КСЕНОБИОТИКОВ С АКТИВНЫМИ САЙТАМИ МЕМБРАН.**

Определение ксенокинетики. Рецепция. Этапы и модели, описывающие взаимодействие ксенобиотиков с биологическими мембранами. Развитие биологического ответа под влиянием ксенобиотиков. Многоканальная система передачи сигнала. Антагонизм и синергизм ксенобиотиков. Типы антагонизма.

### **6. ИЗБИРАТЕЛЬНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ КСЕНОБИОТИКОВ**

Определение понятия избирательности. Факторы, определяющие избирательность: различия в распределении, биохимические и цитологические. Характеристика основных механизмов, обеспечивающих функционирование факторов избирательности. Успехи применения избирательно токсических агентов. Связь между структурой и биологической активностью ксенобиотиков.

### **7. ПОСТУПЛЕНИЕ И ВЫВЕДЕНИЕ КСЕНОБИОТИКОВ**

Коэффициенты проницаемости и распределения. Механизмы транспорта ксенобиотиков через биологические мембраны: пассивная и облегченная диффузия, активный перенос, пиноцитоз и фагоцитоз. Структурное строение отдельных транспортных систем биологических мембран (канал, переносчик, помпа). Проницаемость мембран к различным веществам. Пути поступления и выведения ксенобиотиков на уровне целостного организма.

## **8. БИОТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ КСЕНОБИОТИКОВ**

Общая схема процесса биотрансформации. Основные реакции метаболизма ксенобиотиков: окисление, восстановление, гидролиз, дегалогенирование, конъюгация. Принципы функционирования ферментативных систем. Характеристика ферментов, катализирующих метаболизм ксенобиотиков. Факторы, влияющие на метаболизм ксенобиотиков. Особенности метаболизма ксенобиотиков у различных организмов.

## **9. НЕОРГАНИЧЕСКИЕ КСЕНОБИОТИКИ**

Металлы в живых системах и их биоцидные эффекты. Двухфазность реакции на действие тяжелых металлов. Хелатообразование и снижение токсических эффектов. Количественные аспекты связывания металлов лигандами. Перспективы применения хелатообразующих соединений. Биотрансформация неорганических соединений.

## **10. БИОАККУМУЛИРОВАНИЕ КСЕНОБИОТИКОВ**

Коэффициенты накопления. Одно- и многокомпарментные системы. Однократное и многократное дозирование. Факторы, влияющие на аккумуляцию ксенобиотиков организмами, их классификация, характеристика.

## **11. ТРАНСФОРМАЦИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КСЕНОБИОТИКОВ В ЭКОСИСТЕМАХ**

Судьба ксенобиотиков в экосистемах. Роль физико-химических факторов в превращениях ксенобиотиков в окружающей среде. Персистентные и неразлагающиеся ксенобиотики. Экологическая опасность биоразрушаемых и остатков неразложившихся ксенобиотиков, опасность сублетальных концентраций. Временные закономерности действия ксенобиотиков. Наноматериалы и окружающая среда. Биоэкологический мониторинг окружающей среды.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
(очная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСП	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1.	Введение в предмет. Общие положения	2						
2.	Биологическая активность ксенобиотиков	2			8		2	Устный опрос, проверка рабочих тетрадей
3.	Тестирование биологической активности ксенобиотиков	2			8			Устный опрос, проверка рабочих тетрадей
4.	Ксенодинамика. Взаимодействие ксенобиотиков с биологическими мембранами	2			8			Устный опрос, проверка рабочих тетрадей
5.	Кинетика процессов связывания молекул ксенобиотиков с активными сайтами мембран	2					2	Письменная контрольная работа
6.	Избирательность действия ксенобиотиков	2						
7.	Механизмы транспорта ксенобиотиков	2					2	Письменная контрольная работа
8.	Биотрансформация органических ксенобиотиков	2					2	Письменная контрольная работа
9.	Неорганические ксенобиотики	2						
10.	Биоаккумуляция ксенобиотиков	2						
11.	Трансформация и распределение ксенобиотиков в экосистемах	2						



**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
(заочная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1.	Введение в предмет. Общие положения	2						
2.	Биологическая активность ксенобиотиков. Тестирование биологической активности.	2			4			Устный опрос, проверка рабочих тетрадей
3.	Взаимодействие ксенобиотиков с биологическими мембранами	2						
4.	Механизмы транспорта ксенобиотиков	2						
5.	Биотрансформация органических и неорганических ксенобиотиков	2						
6.	Трансформация и распределение ксенобиотиков в экосистемах	2						

# ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная

1. *Альберт А.* Избирательная токсичность / А. Альберт. М.: Медицина (в двух томах) 1989.
2. *Баренбойм Г.М.* Биологически активные вещества. Новые принципы поиска / Г.М. Баренбойм, А.Г. Маленков. М.: Наука, 1986.
3. *Головенко Н.Я.* Сравнительная биохимия чужеродных соединений / Н.Я. Головенко, Т.Л. Карасева. Киев: Наукова думка, 1983.
4. *Дурмишидзе С.В.*, Биотрансформация ксенобиотиков в растениях / С.В. Дурмишидзе, Т.В. Девриани, Х.А. Кахнивашвили, О.А. Буадзе. Тбилиси: Мецниереба, 1988.
5. *Курляндский П.А.* Общая токсикология / П.А. Курляндский, В.А. Филон. М.: Медицина, 2002.
6. *Парк В.Ф.* Биохимия чужеродных соединений / В.Ф. Парк. М.: Медицина, 1973.
7. *Телитченко М.М.* Введение в проблемы биохимической экологии / М.М. Телитченко, С.С. Остроумов. М.: Наука, 1990.
8. *Щербаков В.Г.* Биохимия / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов, Т.Н. Прудникова и др. СПб.: ГИОРД, 2003.
9. *Юрин В.М.* Основы ксенобиологии: учебное пособие / В.М. Юрин. Минск: БГУ, 2001.
10. *Юрин В.М.* Ксенобиология: учебник / В.М. Юрин. Минск: БГУ, 2015. (классическое университетское издание).

### Дополнительная

1. *Годымчук А.Ю.* Экология наноматериалов [электронный ресурс] : учебное пособие / А. Ю. Годымчук, Г. Г. Савельев, А. П. Зыкова ; Эл. изд.-М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 272 с.
2. *Головенко Н.Я.* Механизмы реакций метаболизма ксенобиотиков в биологических мембранах / Н.Я. Головенко. Киев.: Наукова думка. 1981.
3. *Ониани Д.* Ксенофитотоксикология: Учебное пособие / Д. Ониани, В. Юрин, А. Кудряшов. Тбилиси, 1981.
4. *Квесититадзе Г.И.* Метаболизм антропогенных токсикантов в высших растениях / Г.И. Квесититадзе, Г.А. Хатисашвили, Т.А. Садунишвили, З.Г. Евстигнеева. М.: Наука, 2005.
5. *Комиссаров И.В.* Элементы теории рецепторов в молекулярной фармакологии / И.В. Комиссаров. М.: Медгиз. 1969.
6. *Остроумов С.А.* Введение в биохимическую экологию / С.А. Остроумов. М.: МГУ, 1986.
7. *Угрехелидзе Д.Ш.* Поступление и детоксикация органических ксенобиотиков в растениях / Д.Ш. Угрехелидзе, С.В. Дурмишидзе. Тбилиси, 1984.
8. *Харборн Д.П.* Введение в экологическую биохимию / Д.П. Харборн. М.: Мир, 1985.

## **ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

1. Биологическая активность ксенобиотиков. Тестирование биологической активности – 2 ч.
2. Взаимодействие ксенобиотиков с биологическими мембранами – 2 ч.
3. Механизмы транспорта ксенобиотиков в клетку и пути поступления в организм – 2 ч.
4. Биотрансформация органических и неорганических ксенобиотиков – 2 ч.

## **ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ**

В качестве формы итогового контроля по дисциплине рекомендован экзамен. Оценка учебных достижений студента осуществляется на экзамене и производится по десятибалльной шкале.

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по данной дисциплине можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- защита индивидуальных заданий при выполнении лабораторных работ;
- защита подготовленного студентом реферата;
- устные опросы;
- письменные контрольные работы по отдельным темам курса;
- компьютерное тестирование.

## **ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ (4 часа каждое)**

### **(дневная форма получения образования)**

1. Идентификация и классификация ксенобиотиков по цветным химическим реакциям.
2. Методы качественного анализа ксенобиотиков в биологических объектах.
3. Количественное определение ксенобиотиков в биологических объектах.
4. Влияние ксенобиотиков на физико-химические свойства цитоплазмы.
5. Мембранотропные свойства ксенобиотиков.
6. Ионизация и биологическая активность ксенобиотиков.

## **ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ**

### **(заочная форма получения высшего образования)**

1. Идентификация и классификация ксенобиотиков по цветным химическим реакциям.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине рекомендуется использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа курса, учебно-методический комплекс, методические указания к лабораторным занятиям, задания в тестовой форме, темы рефератов, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов и др.).

Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала предлагается использование рейтинговой системы.

### СТРУКТУРА РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ

#### ИТОГОВАЯ ОЦЕНКА:

Определяется по формуле (минимум 4, максимум 10 баллов):

$$\text{Итоговая оценка} = A \times 0,2 + B \times 0,8$$

где  $A$  – средний балл по лабораторным занятиям и КСР,  
 $B$  – экзаменационный балл

Итоговая оценка выставляется только в случае успешной сдачи экзамена (4 балла и выше).

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) <sup>1</sup>
Экология и рациональное природопользование	Экологии и методики преподавания биологии	Отсутствуют Зав. кафедрой В.В. Гричик	Утвердить согласование протокол № 24 от 19 мая 2016 г.
Микробиология	Микробиологии	Отсутствуют Зав. кафедрой В.А. Прокулевич	Утвердить согласование протокол № 24 от 19 мая 2016 г.
Биохимия	Биохимии	Отсутствуют Зав. кафедрой И.В. Семак	Утвердить согласование протокол № 24 от 19 мая 2016 г.
Биофизика	Биохимии	Отсутствуют Зав. кафедрой И.В. Семак	Утвердить согласование протокол № 24 от 19 мая 2016 г.
Физиология растений	Клеточной биологии и биоинженерии растений	Отсутствуют Зав. кафедрой В.В. Демидчик	Утвердить согласование протокол № 24 от 19 мая 2016 г.

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО**  
на \_\_\_\_ / \_\_\_\_ учебный год

№№ ПП	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
\_\_\_\_\_ (название кафедры) (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_ г.)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ (ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_ (подпись)

\_\_\_\_\_ (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ (ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_ (подпись)

\_\_\_\_\_ (И.О.Фамилия)